

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-150392
 (43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51)Int.CI. B81B 3/00
 F03G 7/06

(21)Application number : 11-333555

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 25.11.1999

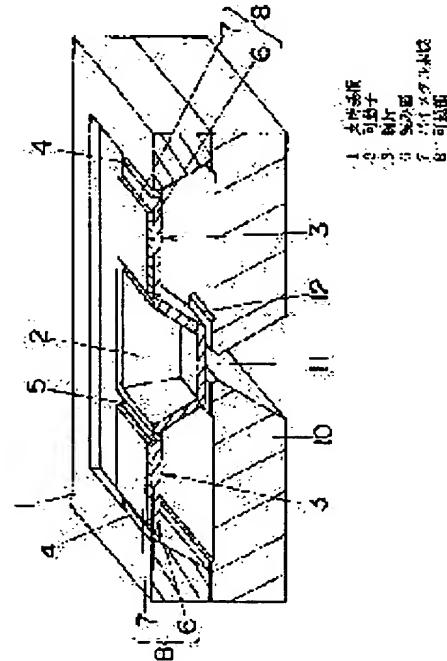
(72)Inventor : SAITO KIMIAKI
 KATAYAMA HIRONORI
 TOYODA KENJI
 FUJII KEIKO
 TOMONARI SHIGEAKI
 KAWADA HIROSHI
 YOSHIDA HITOSHI
 KAMAKURA MASAARI
 YOSHIDA KAZUJI

(54) SEMICONDUCTOR MICRO-ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor micro-actuator capable of reducing the energy necessary for displacing a movable element.

SOLUTION: A movable element 2 having a rectangular peripheral edge is mounted inside of a frame-like supporting base 1 displaceably in the thickness direction of the supporting base 1. The supporting base 1 and the movable element 2 are connected through an arm member 3 capable of displacing the movable element 2 by its thermal expansion and contraction. The arm member 3 has a flexible part 8 obtained by stacking a flexible layer 7 on a flexible layer 6, and the flexible part 8 is deflected by the heat generated in accompany with the energization to the flexible layer 7, whereby displacing the movable element 2. The arm member 3 is connected to two sides along the longitudinal direction of the movable element, and extended in parallel with a central line along the lateral direction of the movable element 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体よりなる棒状の支持基板と、支持基板の内側に配置され支持基板の厚み方向に変位可能な半導体よりなる可動子と、可動子と支持基板とを連結するとともに支持基板の厚み方向に可撓性を有し熱的膨張収縮により可動子を変位させる腕片とを備え、腕片が可動子の1つの中心線に平行に延長されていることを特徴とする半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項2】前記支持基板が矩形棒状であって、前記可動子の周縁が支持基板の各辺に平行な矩形状を有し、前記腕片が可動子の対向する2辺にそれぞれ連結され他の2边に平行な方向に延長されていることを特徴とする請求項1記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項3】前記腕片が前記可動子の各辺に2本ずつ連結され、可動子の1つの中心線に対して線対称に配置されていることを特徴とする請求項2記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項4】前記可動子の周縁のうち前記腕片が連結されていない2辺に接して可動子の移動方向を規制するガイドを設けたことを特徴とする請求項3記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項5】前記腕片が、熱膨張率の異なる複数の撓み層を重ねた可撓部と、可撓部と支持基板とを連結するとともに熱絶縁をする連結部とからなることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項6】前記可撓部が、半導体よりなる第1の撓み層と金属膜よりなる第2の撓み層とを重ねたバイメタルと、バイメタルを加熱する加熱部とを備え、加熱部への通電量に応じて撓み量を変化させることを特徴とする請求項5記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【請求項7】前記可動子と前記可撓部との間の熱絶縁をする熱絶縁部を腕片に設けたことを特徴とする請求項5または請求項6記載の半導体マイクロアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体マイクロアクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、半導体製造プロセスによって製造される極小型の半導体マイクロアクチュエータが各種提案されている。この種の半導体マイクロアクチュエータは、一般に半導体からなる棒状の支持基板の内側に可動子を配置し、支持基板の厚み方向に可撓性を有する可撓部材を介して支持基板と可動子とを連結した構造を有している。したがって、可撓部材を支持基板の厚み方向に撓ませることによって可動子を支持基板の厚み方向に変位させることができる。可撓部材を撓ませる構成としては、熱膨張率の異なる複数の撓み層を重ねてバイメ

タルを形成し、このバイメタルを直熱式（バイメタル自身にヒータを持つ形式）または傍熱式（バイメタルとは別にヒータを持つ形式）で加熱する構成が一般的である。

【0003】この種の半導体マイクロアクチュエータには、特表平4-506392号公報に記載されたもののように可撓部材が可動子の全周にわたって形成されたものや、特開平5-187574号公報に記載されたもののように可撓部材が放射状に形成されたものがある。また、図4および図5に示すように、周縁が矩形状に形成されている可動子2の4辺に可撓部材としての腕片3を連結し、腕片3を介して可動子2を棒状の支持基板1に連結した構成も考えられている。図4および図5に示すような各腕片3が直線状のものでは可動子2を中心として十字状をなすように腕片3が形成されることになる。さらに、腕片3を長く形成することによって腕片3を撓みやすくするために、各腕片3を略L字状に形成することも考えられる。この場合には、可動子を中心として凸字状をなす。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の半導体マイクロアクチュエータでは、可動子2を中心として4方向以上に可撓部材が形成されており、多数の方向から可動子2が拘束されているから、可動子2を変位させるために比較的大きなエネルギーを要することになる。たとえば、腕片3を十字状に配置している場合であれば、腕片3の熱膨張は腕片3の延長方向だけではなく幅方向にも生じるから、幅方向への膨張によって可動子2と腕片3との結合部位は微視的に見れば腕片3の幅方向に沿って湾曲することになる。その結果、腕片3は撓みにくくなり、可動子2を変位させるためのエネルギーが増大するのである。

【0005】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、可動子を変位させるのに要するエネルギーを従来よりも低減した半導体マイクロアクチュエータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、半導体よりなる棒状の支持基板と、支持基板の内側に配置され支持基板の厚み方向に変位可能な半導体よりなる可動子と、可動子と支持基板とを連結するとともに支持基板の厚み方向に可撓性を有し熱的膨張収縮により可動子を変位させる腕片とを備え、腕片が可動子の1つの中心線に平行に延長されているものである。この構成によれば、腕片が可動子の1つの中心線に平行に延長されていることによって可動子からは1方向ないし2方向に腕片が延設されることになり、可動子を拘束する方向が従来構成よりも少なくなるから、従来よりも低エネルギーで可動子を変位させることができになる。言い換えると、供給エネルギーに対する可動子の変位量が従来構成よりも大

きくなる。

【0007】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記支持基板が矩形枠状であって、前記可動子の周縁が支持基板の各辺に平行な矩形状を有し、前記腕片が可動子の対向する2辺にそれぞれ連結され他の2辺に平行な方向に延長されているものである。この構成によれば、平面形状が単純であるから半導体製造プロセスでの製造が容易になる。

【0008】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記腕片が前記可動子の各辺に2本ずつ連結され、可動子の1つの中心線に対して線対称に配置されているものである。この構成によれば、各方向2本の腕片を有しているから可動子を平行に移動させることができる。

【0009】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記可動子の周縁のうち前記腕片が連結されていない2辺に摺接して可動子の移動方向を規制するガイドを設けたものである。この構成によれば、可動子の移動方向がガイドにより規制されて移動方向が安定する。

【0010】請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記腕片が、熱膨張率の異なる複数の撓み層を重ねた可撓部と、可撓部と支持基板とを連結するとともに熱絶縁をする連結部とからなるものである。この構成によれば、可撓部がバイメタルとして機能して撓み量を大きくとることができる。しかも、可撓部は支持基板とは熱絶縁をされるから、比較的小さな熱エネルギーで可撓部を撓ませることができる。すなわち、供給エネルギーに対する可動子の変位量を大きくすることができます。

【0011】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記可撓部が、半導体よりなる撓み層と金属膜よりなる第2の撓み層とを重ねたバイメタルと、バイメタルを加熱する加熱部とを備え、加熱部への通電量に応じて撓み量を変化させるものである。この構成によれば直熱型のバイメタルで可撓部を撓ませるから、小型化することが可能であり、しかも熱エネルギーを可撓部に効率よく伝達することができ、小さい供給エネルギーで可動子を変位させることができる。

【0012】請求項7の発明は、請求項6の発明において、前記可動子と前記可撓部との間の熱絶縁をする熱絶縁部を腕片に設けたものである。この構成によれば、可撓部と可動子とが熱絶縁をされるから、供給された熱エネルギーを可撓部に効率よく作用させて可撓部を撓ませることができる。すなわち、供給エネルギーに対する可動子の変位をより大きくすることができます。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に示す実施の形態では半導体マイクロアクチュエータを用いたマイクロバルブを例示するが、マイクロアクチュエータの用途はマイクロバルブに限定されるものではなく、スイッチの接点を開閉駆動する駆動源として用いることも可能である。

【0014】(第1の実施の形態)本実施形態の半導体マイクロアクチュエータは、図1に示すように、シリコン基板よりなるベース10に形成した弁口11を開閉する弁体としてのシリコンよりなる可動子2を備え、可動子2を弁口11の開口面に直交する方向に移動させることで弁口11を開閉する。可動子2は四角錐台状に形成されており、弁口11との対向面は平面になっている。ここに、可動子2の平面形状は図2に示すように長方形状になる。弁口11の周部において可動子2との対向面には他の部位よりも突出する弁座12が形成され、弁座12の先端面は可動子2が密着して弁口11を確実に閉止できるように平面状に仕上げられている。しかし、本実施形態では弁口11は矩形状に開口する。

【0015】可動子2は、ベース10に重ねて接合された支持基板1に対して可撓部材としての腕片3を介して結合されている。支持基板1は矩形枠状に形成されており、可動子2は支持基板1の内側に配置される。また、支持基板1と可動子2とを結合する腕片3は本実施形態では4本設けられ、可動子2の周縁のうち可動子2の長手方向に沿った2片に各2本の腕片3が連結される(図2参照)。各腕片3は可動子2の短手方向に沿った中心線を対称線とする線対称になるように配置される。したがって、腕片3が伸縮することによって可動子2が支持基板1の厚み方向に変位する際に、各腕片3の伸縮量が等しければ可動子2を平行に移動させることができ、弁口11に可動子2を隙間なく密着させることができる。

【0016】ところで、腕片3において支持基板1側の端部には連結部4を設け、腕片3において可動子2側の端部には熱絶縁部5を設けている。連結部4は主としてポリイミド樹脂などの熱絶縁性能がシリコンよりも高い合成樹脂を用いて形成され、幅方向の端部においてはシリコンよりなる部分を設けてある。シリコンよりなる部分は後述する加熱部との電気的接続に用いることができる。また、熱絶縁部5はポリイミド樹脂などの熱絶縁性能がシリコンよりも高い合成樹脂を用いて形成される。また、腕片3において連結部4と熱絶縁部5との間の部位は、シリコンよりなる撓み層6とアルミニウムまたはニッケルの金属膜からなる撓み層7とを積層して形成したバイメタルを備える可撓部8であり、可撓部8における撓み層6にはバイメタルを加熱するヒータとしての加熱部(図示せず)が拡散抵抗により形成される。つまり、可撓部8は直熱型のバイメタルとして機能する。ここに、撓み層7の撓み層6への拡散を防止したり、撓み層6と撓み層7との結合力を高めたり、加熱部と撓み層7とを絶縁したりするために、撓み層6と撓み層7との間に適宜材料を介在させるのが望ましい。

【0017】腕片3を上述の構造としたことによって、加熱部に通電すれば、撓み層6と撓み層7との膨張率の差によって可撓部8が熱的膨張収縮により腕片3の撓み量を変化させることになる。一般に、金属はシリコンよ

りも膨張率が大きいから、本実施形態のように撓み層6に対してベース10とは反対面側に撓み層7を形成している場合には、常温では可動子2が弁口11から離れるように寸法を設定しておくことによって、撓み層7への通電時に可動子2を弁口11に近付けて弁口11を閉じることが可能になる。つまり、本実施形態は常開型のマイクロバルブを構成している。

【0018】さらに、腕片3の一端部には主として合成樹脂からなる連結部4を形成し、他端部には合成樹脂からなる熱絶縁部5を形成しているから、撓み層6および撓み層7よりもなるバイメタルと支持基板1および可動子2とは熱絶縁をされていることになり、撓み部6で発生した熱を支持基板1や可動子2に逃がさず、ほとんどの熱を腕片3を撓ませるために利用することができる。その結果、加熱部への通電量に対する腕片3の撓み量を大きくとることができる。換言すれば、低電力で可動子2を所望量だけ変位させることができる。

【0019】ところで、上述したように可動子2の長手方向に沿った2辺から腕片3が2本ずつ延設されておりかつ各腕片3は平行であるから、可動子2は図2の左右方向には拘束されていないものである。したがって、加熱部への通電量に対して可撓部8の変形量にはばらつきがあるが、变形量の少ない可撓部8によって可動子2はほとんど拘束されず、比較的小さい力で可動子2を変位させることができる。つまり、供給エネルギーに対する可動子2の変位量を従来構成よりも大きくすることができます。

【0020】なお、上述の例ではベース10をシリコン基板としているが、ガラス基板を用いてもよい。

【0021】(第2の実施の形態) 本実施形態は、図3に示すように、可動子2の周縁のうち短手方向に沿った2辺にそれぞれ接するガイド9を設け、ガイド9によって可動子2の移動方向を規制するものである。ガイド9は支持基板1に結合してあり、可動子2の移動を妨げないように滑りのよい材料によって形成される。

【0022】このようにガイド9を設けて可動子2の移動方向を規制しているから、腕片3の撓み量にはばらつきがあるが、可動子2が傾かずに移動し、弁口11を確実に閉止することができる。他の構成および動作は第1の実施の形態と同様である。

【0023】

【発明の効果】請求項1の発明は、半導体による棒状の支持基板と、支持基板の内側に配置され支持基板の厚み方向に変位可能な半導体による可動子と、可動子と支持基板とを連結するとともに支持基板の厚み方向に可撓性を有し熱的膨張収縮により可動子を変位させる腕片とを備え、腕片が可動子の1つの中心線に平行に延長されているものであり、腕片が可動子の1つの中心線に平行に延長されることによって可動子からは1方向ないし2方向に腕片が延設されることになり、可動子を拘

束する方向が従来構成よりも少なくなるから、従来よりも低エネルギーで可動子を変位させることが可能になるという利点がある。言い換えると、供給エネルギーに対する可動子の変位量が従来構成よりも大きくなる。

【0024】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記支持基板が矩形棒状であって、前記可動子の周縁が支持基板の各辺に平行な矩形状を有し、前記腕片が可動子の対向する2辺にそれぞれ連結され他の2辺に平行な方向に延長されているものであり、平面形状が単純であるから半導体製造プロセスでの製造が容易になるという利点がある。

【0025】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記腕片が前記可動子の各辺に2本ずつ連結され、可動子の1つの中心線に対して線対称に配置されているものであり、各方向2本の腕片を有しているから可動子を平行に移動させることができるという利点がある。

【0026】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記可動子の周縁のうち前記腕片が連結されていない2辺に接して可動子の移動方向を規制するガイドを設けたものであり、可動子の移動方向がガイドにより規制されて移動方向が安定するという利点がある。

【0027】請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記腕片が、熱膨張率の異なる複数の撓み層を重ねた可撓部と、可撓部と支持基板とを連結するとともに熱絶縁をする連結部とからなるものであり、可撓部がバイメタルとして機能して撓み量を大きくとることができ、しかも、可撓部は支持基板とは熱絶縁をされるから、比較的小さな熱エネルギーで可撓部を撓ませることができるという利点がある。すなわち、供給エネルギーに対する可動子の変位量を大きくすることができます。

【0028】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記可撓部が、半導体よりもなる撓み層と金属膜よりもなる第2の撓み層とを重ねたバイメタルと、バイメタルを加熱する加熱部を備え、加熱部への通電量に応じて撓み量を変化させるものであり、直熱型のバイメタルで可撓部を撓ませるから、小型化することが可能であり、しかも熱エネルギーを可撓部に効率よく伝達することができ、小さな供給エネルギーで可動子を変位させることができるという利点がある。

【0029】請求項7の発明は、請求項6の発明において、前記可動子と前記可撓部との間の熱絶縁をする熱絶縁部を腕片に設けたものであり、可撓部と可動子とが熱絶縁をされるから、供給された熱エネルギーを可撓部に効率よく作用させて可撓部を撓ませることができるという利点がある。すなわち、供給エネルギーに対する可動子の変位をより大きくすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す一部破断した50 斜視図である。

【図2】同上の平面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態を示す平面図である。

【図4】従来例を示す一部破断した斜視図である。

【図5】同上の平面図である。

【符号の説明】

1 支持基板

2 可動子

* 3 腕片

4 連結部

5 熱絶縁部

6 摩み層

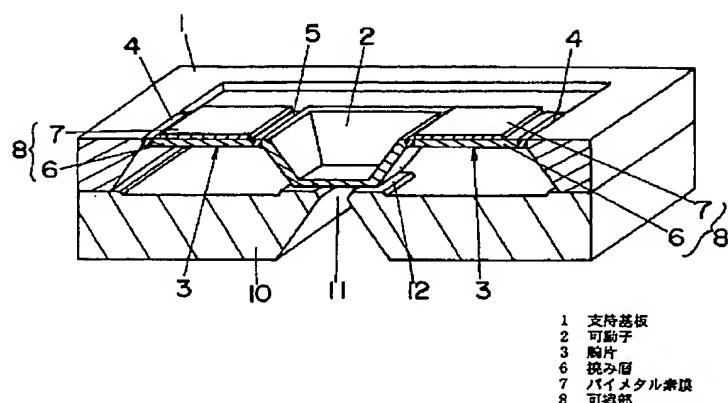
7 摩み層

8 可撓部

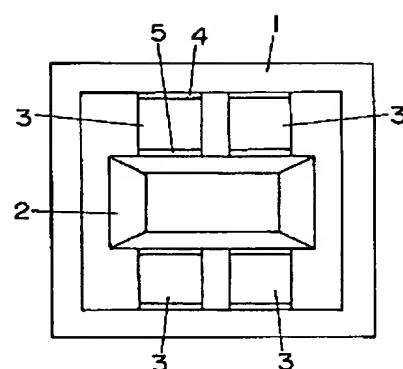
9 ガイド

*

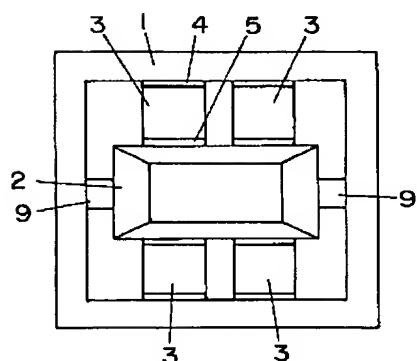
【図1】



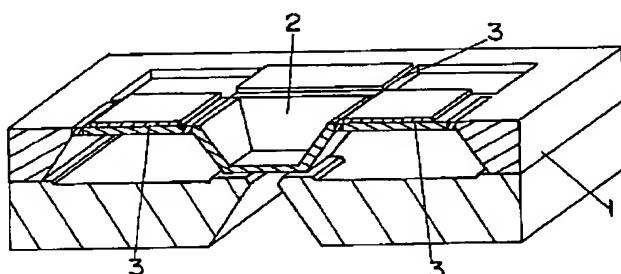
【図2】



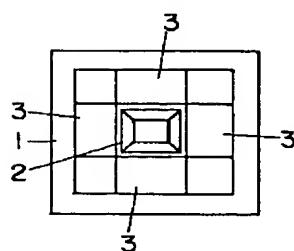
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 豊田 憲治
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 藤井 圭子
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 友成 恵昭
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 河田 裕志
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 吉田 仁
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 鎌倉 將有
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 吉田 和司
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内